

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ, САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ  
СТУДЕНТІВ ТА ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ  
З ДИСЦИПЛІНИ**

# **ІНЖЕНЕРНІ АСПЕКТИ ГІДРОЕКОЛОГІЇ**

*(для студентів 4 курсу денної форми навчання  
освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напрямку підготовки  
6.040106 - "Екологія, охорона навколишнього середовища та  
збалансоване природокористування")*

Методичні вказівки до проведення практичних занять, самостійної роботи студентів та виконання розрахунково-графічної роботи, з дисципліни «Інженерні аспекти гідроекології» (для студентів 4 курсу денної форми навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напряму підготовки 6.040106 „Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”) / Харк. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: В. М. Ладиженський , А. В. Іщенко. – Х.: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2013 – 16 с.

Укладачі: к.т.н., доц. В. М. Ладиженський,  
ст. викл. А. В. Іщенко

Рецензент: к.ф-м.н., доц. В.О. Бараннік (ХНУМГ)

Затверджено на засіданні кафедри інженерної екології міст,  
протокол № 2 від 02.10.2011 .

## ЗМІСТ

<b>Вступ .....</b>	<b>4</b>
<b>I. Вказівки до проведення практичних та семінарських занять і виконання розрахунково-графічної роботи.....</b>	<b>4</b>
<b>Модуль 1. Інженерні розробки систем використання і охорони вод на глобальному рівні.....</b>	<b>4</b>
<b>ЗМ 1.1. Водоохоронні програми .....</b>	<b>4</b>
1. Призначення, мета розробки і завдання водоохоронних програм.....	4
2. Зміст Загальнодержавної програми розвитку водного господарства України.....	5
3. Зміст Загальнодержавної програми охорони та відтворення довкілля Азовського і Чорного морів.....	5
<b>ЗМ 1.2. Схеми комплексного використання охорони вод і відтворення водних ресурсів....</b>	<b>5</b>
4. Призначення, мета розробки і завдання басейнових схем комплексного використання і охорони вод.....	5
5. Результати розробки схем комплексного використання і охорони вод р. Дніпро.....	5
6. Результати розробки схеми комплексного використання басейну р. Сіверський Донець.....	6
7. Результати розробки схеми комплексного використання басейну р. Тиса.....	6
<b>Модуль 2. Інженерні розробки систем використання і охорони вод на локальному рівні.....</b>	<b>6</b>
<b>ЗМ 2.1. Інженерні розробки раціонального використання води на промислових підприємствах .....</b>	<b>6</b>
8. Інженерне устаткування оборотних та послідовних систем водоспоживання підприємств.....	6
9. Схеми та інженерне устаткування замкнутих систем водоспоживання.....	7
<b>ЗМ 2.2. Інженерні розробки економного використання води при зрошенні сільськогосподарських культур.....</b>	<b>8</b>
10. Інженерне устаткування систем зрошення сільськогосподарських культур.....	8
<b>ЗМ 2.3. Інженерні розробки з охорони вод.....</b>	<b>9</b>
11. Інженерна організація системи очищення стічних вод.....	9
12. Принципи конструювання і експлуатації устаткування з видалення завислих речовин і плаваючих домішок.....	9
13. Принципи конструювання і експлуатації устаткування з видалення нафтопродуктів і інших органічних сполук.....	10
14. Принципи конструювання і експлуатації устаткування з видалення іонів металів...	11
15. Інженерне обладнання прибережних водоохоронних зон у сільській місцевості.....	11
<b>II. Розрахунково-графічна робота .....</b>	<b>12</b>
<b>III. Контрольні запитання до виконання самостійної роботи студентів.....</b>	<b>12</b>
<b>Список джерел.....</b>	<b>13</b>
<b>Додатки.....</b>	<b>13</b>

## **ВСТУП**

Ця методична розробка являє собою вказівки до семінарських занять, виконання розрахунково-графічних робіт, а також самостійної роботи студентів з дисципліни «Інженерні аспекти гідроекології».

Дисципліна «Інженерні аспекти гідроекології» входить до програми підготовки бакалаврів за напрямом підготовки 6.040106 „Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування” за вибором студентів і викладається на завершальній стадії підготовки бакалаврів.

**Метою** практичних (семінарських) занять і самостійної роботи студентів є закріплення наявних знань студентів, які обрали інженерну спеціалізацію, у проектуванні та експлуатації систем раціонального використання і охорони вод.

**У результаті виконання роботи студенти мусять:**

*Знати й розуміти:*

- функцію еколога підприємства;
- функцію проектувальника.

*Уміти:*

- користуватися технічною документацією;
- виконувати інженерні розробки заходів раціонального використання та охорони вод на глобальному і локальному рівнях;
- оцінювати експлуатаційні можливості інженерних споруд з охорони та раціонального використання водних ресурсів.

## **I. ВКАЗІВКИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ТА РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ**

На практичних заняттях студенти під керівництвом викладача засвоюють теоретичний матеріал [1] і набувають навичок практичних розрахунків.

Програма дисципліни «Інженерні аспекти гідроекології» передбачає проведення семінарських занять з лекційного курсу, вивчення теоретичних питань, що не ввійшли до лекційного матеріалу, виконання розрахунково-графічної роботи.

**Для підготовки до кожної теми студент має теоретично ознайомитися з наведеними нижче питаннями і підготувати доповідь.**

### ***Модуль 1. Інженерні аспекти розробки систем використання і охорони вод на глобальному рівні***

#### **ЗМ 1.1 Водоохоронні програми**

#### **Тема 1. Призначення, мета розробки і завдання водоохоронних програм**

Питання для підготовки до семінарського заняття.

1. Типи водоохоронних програм.
2. Основні водоохоронні програми України і Харківської області.
3. Мета розробки водоохоронних програм.

## **Тема 2. Зміст Загальнодержавної програми розвитку водного господарства України**

Для підготовки до семінарського заняття необхідно ознайомитися із *«Загальнодержавною цільовою програмою розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року» (затверджена Законом України від 24 травня 2012 року № 4836-VI) [2]*, та розглянути наступні питання:

1. Які програми втратили чинність із затвердженням вище вказаної програми? Основні їх положення та результати.
2. Строк дії та мета «Загальнодержавної цільової програми...»?
3. Які шляхи, способи та етапи намічені для виконання програми?
4. Завдання та заходи з виконання «Загальнодержавної цільової програми...».
5. Очікувані результати виконання «Загальнодержавної цільової програми...».

## **Тема 3. Зміст Загальнодержавної програми охорони та відтворення довкілля Азовського і Чорного морів**

Для підготовки до семінарського заняття необхідно ознайомитися із *«Загальнодержавною програмою охорони та відтворення довкілля Азовського і Чорного морів» (затверджена Законом України від 22.03.2001 року № 2333-III) [3]*, та розглянути наступні питання:

1. Строк дії та мета «Загальнодержавної цільової програми...»?
2. Сучасний екологічний стан Азовського і Чорного морів.
3. Основні проблеми екологічного стану Азовського і Чорного морів та напрями їх вирішення.
4. Комплекс природоохоронних заходів, спрямованих на поетапне поліпшення екологічного стану Азовського і Чорного морів.
5. Механізм реалізації завдань програми.
6. Міжнародне співробітництво.

### **ЗМ 1.2 Схеми комплексного використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів**

## **Тема 4. Призначення, мета розробки і завдання басейнових схем комплексного використання і охорони вод.**

Питання для підготовки до семінарського заняття.

1. Дайте визначення поняттю «Схема використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів».
2. Які бувають «Схеми...»? Дати їх характеристику.
3. Призначення, мета розробки і завдання басейнових схем комплексного використання і охорони вод.
4. Приклади басейнових схем комплексного використання і охорони вод.

## **Тема 5. Схеми комплексного використання і охорони вод басейна р. Дніпро**

Питання для підготовки до семінарського заняття.

1. Історія та етапи розробки і реалізації схем комплексного використання і охорони вод басейна р. Дніпро.

2. Сучасна схема комплексного використання, охорони і відтворення водних ресурсів р. Дніпро. Її мета, стратегія впровадження.
3. Діяльність *Дніпровського басейнового управління водними ресурсами* [4].
4. Стратегічна ініціатива «*Дніпровська перлина*» [5].

#### **Тема 6. Схема комплексного використання і охорони вод басейну р. Сіверський Донець**

Питання для підготовки до семінарського заняття.

1. Історія та етапи розробки і реалізації схем комплексного використання і охорони вод басейна р. Сіверський Донець.
2. Сучасна схема комплексного використання, охорони і відтворення водних ресурсів р. Сіверський Донець. Її мета, стратегія впровадження.
3. Діяльність *Сіверсько-Донецького басейнового управління водними ресурсами* [6].

#### **Тема 7. Схема комплексного використання і охорони вод басейну р. Тиса**

Питання для підготовки до семінарського заняття.

1. Особливості водного режиму р. Тиса.
2. Історія та етапи розробки і реалізації схем комплексного використання і охорони вод басейна р. Тиса.
3. Сучасна схема комплексного використання, охорони і відтворення водних ресурсів р. Тиса. Її мета, стратегія впровадження.
4. Діяльність *басейнового управління водними ресурсами р. Тиса* [7].

### ***Модуль 2. Інженерні розробки систем використання і охорони вод на локальному рівні***

#### **ЗМ 2.1. Інженерні розробки раціонального використання води на промислових підприємствах**

#### **Тема 8. Інженерне устаткування оборотних та послідовних систем водоспоживання підприємств**

Розрізняють наступні системи виробничого водопостачання

- з прямоточним використанням води;
- з повторно-послідовним використанням води;
- з оборотом води:
  - охолоджувальна система оборотного водопостачання;
  - технологічна система оборотного водопостачання
  - змішана (охолоджувальна й технологічна) система оборотного водопостачання.

Наведені три основні схеми оборотного водопостачання використовуються відповідно призначенню води у виробництві.

Якщо вода є теплоносієм, і в процесі використання лише нагрівається не забруднюючись, то застосовують схему з прямоточним використанням води.

Якщо вода служить для транспортування, поглинання або екстракції механічних й розчинених домішок, і в процесі використання забруднюється в системі оборотного водопостачання, то застосовують схему з повторно-послідовним використанням води.

При комплексному використанні води, коли вона виконує функцію

транспортуючого, поглинаючого й екстрагуючого середовища і одночасно служить теплоносієм, застосовується змішана схема.

Система водопостачання повинна бути, як правило, з оборотом води для всього промислового підприємства або у вигляді замкнутих циклів для окремих цехів. При цьому варто передбачити необхідне очищення стічної води, охолодження оборотної води, обробку й повторне використання стічної води (без випуску у водойми).

Послідовне або прямоточне використання води на виробничі потреби зі скиданням очищених стічних вод у водойму допускається тільки при неможливості або недоцільності застосування її в системі оборотного водопостачання й, як правило, без обробки хімічними реагентами.

#### *Практичне завдання:*

Навести приклади схем водопостачання реальних підприємств (прямоточне, повторно-послідовне, оборотне). За даним витрат і використання води скласти балансову схему водопостачання-водовідведення підприємства.

### **Тема 9. Схеми та інженерне устаткування замкнутих систем водоспоживання**

Замкнуті системи водоспоживання організуються у місцевостях з обмеженими водними ресурсами з метою повного уникнення скиду стічних вод у природні водні об'єкти, а також для максимальної економії споживання свіжої води.

Існують два типи замкнутих систем водоспоживання:

- для одного конкретного підприємства;
- для промислового міста або регіону.

При першому типі замкнутої системи водоспоживання для уникнення скиду стічних вод на конкретному підприємстві створюється розвинена система оборотного водопостачання з високим рівнем очищення технічної води, що використовується, з використанням очищеного поверхневого стоку для технічного водопостачання. Господарсько-побутові стічні води після очищення і певної підготовки використовуються для зрошення сільськогосподарських культур. Промислові стічні води, які не можливо подати в оборотну систему водопостачання використовуються для охолодження і транспортування (видалення) промислових відходів, або спрямовуються у безстічні накопичувачі-випаровувачі, а іноді навіть закачуються у підземні надійно ізольовані горизонти.

Другий тип замкнутої системи водоспоживання передбачає для технічного водопостачання промислових підприємств міста використання міських річок. Для поповнення річкового стоку в їх верхів'я подаються очищені до норм ГДК природних вод міські стічні води і поверхневий стік. Для цього потрібно суттєво підвищити рівень очищення стічних вод шляхом посилення ефективності очистки виробничих стічних вод на підприємствах, створити надійну систему доочистки вод на підприємствах, створити надійну систему доочистки вод на загальноміських очисних спорудах. Водночас виконати розчистку міських річок від донних відкладень, здійснити укріплення берегів річок камінням, залізобетоном або стійким полімерним покриттям. Таким

чином буде повністю забезпечена потреба міста у технічній воді. Вода, що надходить міським водопроводом з природних джерел, буде використовуватися виключно на господарсько-побутові потреби, а також для підприємств, які за умови виробництва потребують воду питної якості.

Впровадження замкнутої системи технічного водопостачання з використанням очищених міських стічних вод забезпечить у майбутньому бездефіцитне водопостачання як промисловості, так і населення.

*Практичне завдання:*

Навести приклад замкнутої системи водоспоживання реального підприємства. За даним витрат і використання води скласти балансову схему водопостачання-водовідведення підприємства.

### **ЗМ 2.2. Інженерні розробки економного використання води при зрошенні сільськогосподарських культур**

В Україні на зрошення витрачається до 30% від водних ресурсів, що споживаються, у південних регіонах – до 50%. Коефіцієнт корисної дії (ККД) зрошувальних систем становить у середньому по Україні до 0,82, що досягнуто головним чином завдяки будівництву водорозподільної мережі з залізобетонним облицюванням. Частина каналів, побудованих у післявоєнний період у земляних річищах, мають ККД 0,67 – 0,7.

Важливе значення для економії водних ресурсів має дотримання норм зрошення сільськогосподарських культур.

### **Тема 10. Інженерне устаткування систем зрошення сільськогосподарських культур**

В Україні набули поширення такі види зрошення сільськогосподарських культур:

- по борознах;
- дощуванням.

Обидва ці методи є значно витратними за кількістю зрошувальної води, що використовується, а значить вилучається з водного об'єкту.

При зрошенні «по борознах» значна кількість зрошувальної води фільтрується в ґрунт, сприяючи підвищенню горизонту ґрунтових вод і викликаючи небезпеку заболочення території.

При зрошенні методом «дощування» значна кількість зрошувальної води втрачається за рахунок випаровування.

За оцінками експертів, при традиційних методах зрошення втрачається марно до 90-95% зрошувальної води, у порівнянні з найбільш прогресивним методом зрошення – крапельним.

В посушливих регіонах, де дощі випадають дуже рідко, для водо забезпечення застосовуються такі витратні методи, як опріснення мінералізованої підземної або морської води, що можуть собі дозволити країни багаті на енергетичні ресурси, наприклад, Саудівська Аравія. Ця країна завдяки використанню опрісненої води збирає три врожаї на рік і постачає зернові сусіднім країнам, увійшовши таким чином до дуже обмеженого кола країн експортерів зерна.



Вода, що отримана таким витратним методом використовується дуже обережно. Кожна краплина потрапляє безпосередньо на коріння рослини.

Крапельна система зрошення складається з мережі подачі води безпосередньо коріння рослин та системи управління процесом зрошення, яка враховує вид зрошувальної рослини, період року, час доби, наявність атмосферних опадів і інші чинники.

*Практичне завдання:*

Навести схеми-приклади зрошувальних систем, що використовуються в Україні і в світі. Вказати технічні параметри зрошувальних установок. Підрахувати їх продуктивність. Виконати порівняльний аналіз їх ККД.

### **ЗМ 2.3. Інженерні розробки з охорони вод**

#### **Тема 11. Інженерна організація системи очищення стічних вод**

Очищення стічних вод має за мету приведення їх складу і властивостей у відповідність до встановлених нормативів гранично допустимого скиду (ГДС) у водні об'єкти, або до нормативів на скид їх у мережу міської каналізації (ДК).

Для господарсько-побутових стічних вод застосовується двоступеневий засіб очищення, що включає споруди механічної очистки і споруди біологічної очистки.

Механічна очистка забезпечує видалення зі стічних вод крупних включень, завислих речовин і плаваючих домішок. Біологічна очистка сприяє деструкції розчинених у воді органічних сполук природного походження, що визначаються показником БСК. Основним робочим елементом споруд біологічної очистки є угруповання мікроорганізмів, для яких розчинені органічні сполуки є продуктом споживання.

Значна кількість домішок, що міститься у промислових стічних водах, а саме іони металів, розчинені мінеральні солі, штучно-синтезовані органічні сполуки, значні концентрації нафтопродуктів і жирів, не видаляються з води спорудами біологічної очистки. Для їх видалення треба застосовувати засоби фізико-хімічної очистки.

#### **Тема 12. Принципи конструювання і експлуатації устаткування з видалення завислих речовин і плаваючих домішок**

Для видалення зі стічних вод завислих речовин і плаваючих домішок використовують споруди механічної очистки, такі як:

- первинні відстійники;
- пісковловлювачі;
- гідроциклони;
- центрифуги;
- фільтри;
- жироловки;
- нафтовловлювачі, і т.і.

Розрахунок первинних вертикальних та радіальних відстійників рекомендовано виконувати за алгоритмом, наведеним у додатку 1.

Розрахунок інших споруд механічної очистки рекомендовано виконувати за прикладами, наведеними в технічній літературі:

- пісковловлювачів – [8, прикл. 2.10 і 2.11];
- жироловок або нафтовловлювачів – [8, прикл. 2.23];
- фільтрів – [8, прикл. 2.24];
- гідроциклонів – [9, п.п. 1.15-1.33, прикл. 7-10].

*Практичне завдання:*

Підібрати типовий первинний вертикальний або радіальний відстійник із вбудованим нафтовловлювачем для очищення стічних вод витратою  $5000 \text{ м}^3/\text{добу}$  з доведенням вмісту завислих речовин з 500 до  $100 \text{ г/м}^3$ , та нафтопродуктів зі 100 до  $50 \text{ г/м}^3$  ( $U_{\text{нафт.прод.}}=0,5 \text{ мм/с}$ ). Час роботи відстійника складає 24 год./добу.

### **Тема 13. Принципи конструювання і експлуатації устаткування з видалення нафтопродуктів і інших органічних сполук**

1. Нафтопродукти, що залишилися у стічній воді після механічної очистки, вилучаються наступним чином:

- екстракцією з евапорацією, де досягається залишкова концентрація нафтопродуктів  $5 \text{ мг/л}$ , цілком придатна для використання води в оборотній системі водопостачання, використовується при значних витратах стічних вод;
- флотацією (одно- або декілька ступеневою) з досягненням концентрації нафтопродуктів  $0,05 \text{ мг/л}$ ,
- з застосуванням поліуретанових фільтрів, де досягається залишкова концентрація нафтопродуктів  $1 \text{ мг/л}$ .

Розрахунок флотаторів рекомендовано виконувати за прикладами, наведеними в технічній літературі [8, прикл. 4.12-4.14].

*Практичне завдання:*

Розрахувати пневматичну флотаційну установку для очищення стічних вод витратою  $400 \text{ м}^3/\text{год}$ . Період флотації складає 15 хв. Коефіцієнт аерації  $K=0,25$ .

2. Для видалення органічних сполук у практиці очищення стічних вод використовують споруди біологічного очищення.

Розрахунок споруд механічного очищення рекомендовано проводити за прикладами, наведеними в технічній літературі:

- аеротенків [9, пп. 2.1-2.5];
- біофільтрів [8, прикл. 3.19, 3.21, 3.22].

Штучно синтезовані розчинені органічні сполуки видаляють зі стічних вод методом адсорбції (ефективність 95-99%).

Розрахунок адсорбційних апаратів рекомендовано проводити за прикладами, наведеними в технічній літературі [9, пп. 3.11-3.12].

*Практичне завдання:*

Розрахувати адсорбційну установку з псевдоожиженим шаром активного вугілля для очищення стічних вод витратою  $400 \text{ м}^3/\text{год}$ . Використовується активний антрацит з еквівалентним діаметром зерен  $0,5 \text{ мм}$ ; початкова концентрація забруднених речовин  $C_{\text{ен}} = 50 \text{ г/м}^3$ , кінцева концентрація органічних забрудників у воді  $C_{\text{ек}} = 15 \text{ г/м}^3$ .

#### **Тема 14. Принципи конструювання і експлуатації устаткування з видалення іонів металів**

Іони металів вилучаються з води за допомогою іонного обміну. Цей метод зараз є найбільш поширеним. На деяких підприємствах ще використовується електролітичне осадження металів на електродах (анодування).

Розрахунок іонообмінних катіонітових фільтрів рекомендовано виконувати за прикладами, наведеними в технічній літературі [9, п.п. 3.13-3.20].

Для очищення хромвмісних стічних вод та видалення іонів кольорових металів використовується апарат електрохімічної очистки – електрокоагулятор зі сталевими електродами, який рекомендовано розраховувати за прикладами, наведеними в технічній літературі [9, п.п. 3.26-3.27].

*Практичне завдання:*

Розрахувати електрокоагулятор зі сталевими електродами для очистки стічних вод витратою  $10 \text{ м}^3/\text{год}$ . від шестивалентного хрома та цинку з початковими концентраціями, відповідно  $50$  і  $20 \text{ г/м}^3$ .

#### **Тема 15. Інженерне обладнання прибережних водоохоронних зон у сільській місцевості**

Надійним засобом захисту водних об'єктів від забруднення поверхневим стоком є створення водоохоронних зон вздовж берегів водойм і водотоків, до складу яких входять відповідні прибережні захисні смуги. Правильно запроектовані і внесені в натуру водоохоронні зони і прибережні захисні смуги є надійним фільтром на шляху забрудненого поверхневого стоку з сільськогосподарських угідь.

Для перехоплення поверхневого стоку можуть облаштовуватися нагорні канали, по яких вода відводиться до ярів і інших понижень місцевості. В них можуть бути побудовані ставки, де відбувається освітлення та очищення поверхневого стоку. На схилі водоохоронної зони висаджуються дерева, чагарники і трави з розвиненою кореневою системою, формуючи таким чином своєрідний фільтр.

Для очистки господарсько-побутових стічних вод в сільській місцевості та поверхневого стоку, що надходить з території міст та автодоріг, й містить продукти ерозії ґрунтів (завислі речовини), мінеральні та органічні речовини (БСК і ХСК, сполуки фосфору і азоту, специфічні хімічні речовини) використовуються споруди біоплато.

*Практичне завдання:*

За допомогою програми «Bioplato» виконати розрахунок очисних споруд біоплато для очистки господарчо-побутових стічних вод селища з витратою стічних вод до  $250 \text{ м}^3/\text{добу}$ . Стічні води довести до рівня ГДК для господарчо-побутової категорії водокористування.

## **II. РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА**

За тематикою ЗМ 2.3 студентами виконується розрахунково-графічна робота *«Розрахунок споруд з очищення стічних вод підприємства»* згідно індивідуального завдання.

Мета виконання РГР – оволодіння методами розрахунку і конструювання окремих елементів систем очистки стічних вод.

Оформлюється робота на стандартних аркушах формату А4. За першою титульною сторінкою, яка не нумерується, розміщується зміст роботи. Шрифт Times New Roman, розмір шрифту 14, міжстроковий інтервал 1,5. Об'єм роботи складає до 10 печатних сторінок.

Позитивна оцінка за РГР ставиться у випадку обґрунтованої, повної відповіді та відповідного захисту роботи студентом. Захищена робота є допуском до екзамену.

## **III. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ**

1. Типи і мета розробки водоохоронних програм.
2. Загальнодержавна програма розвитку водного господарства України.
3. Загальнодержавної програми охорони та відтворення довкілля Азовського і Чорного морів.
4. Схеми комплексного використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів.
5. Раціональне використання води на промислових підприємствах. Схеми водоспоживання. Складання балансових схем водоспоживання.
6. Які основні шляхи раціонального використання і вдосконалення охорони водних ресурсів у агропромисловому виробництві?
7. На які основні цілі витрачається вода в сільському господарстві?
8. Що є особливістю використання водних ресурсів в сільському господарстві?
9. Що є основними причинами незадовільного водного балансу в сільському господарстві?
10. З чим пов'язане використання водних ресурсів у тваринництві?
11. Що є основним інструментом використання й управління водними ресурсами в сільському господарстві?
12. Які є види зрошування?
13. Що повинна включати програма раціонального і комплексного використання та охорони водних ресурсів?
14. В чому полягають особливості раціонального використання і охорони підземних вод у Україні?
15. Очищення стічних вод у промисловості.
16. Прибережні водоохоронні зони у сільській місцевості.

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Ладиженський В. М. Інженерні аспекти гідроекології. Конспект лекцій (для студентів 4 курсу денної форми навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр напряму підготовки 6.040106 - "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування") / В. М. Ладиженський, А. В. Іщенко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2012 – 23 с.
2. Загальнодержавна цільова програма розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року» (затверджена Законом України від 24 травня 2012 року № 4836-VI).
3. Загальнодержавною програмою охорони та відтворення довкілля Азовського і Чорного морів» (затверджена Законом України від 22.03.2001 року № 2333-III).
4. <http://dbuwr.com.ua>
5. <http://dp.kga.gov.ua/uk>
6. <http://www.sdbuvr.slav.dn.ua>
7. <http://buvrtysa.gov.ua/newsite/>
8. Примеры расчетов канализационных сооружений: Уч. пособ. для ВУЗов. / Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов, В.И. Калицун. Изд. 2-е, перераб. М., Стройиздат, 1987. – 255 с.
9. Проектирование сооружений для очистки сточных вод. Справочное пособие к СНиП 2.04.03-85. / ВНИИ ВОДГЕО. – М.: Стройиздат, 1990. – 111 с.
10. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения
11. Канализация населенных мест и промышленных предприятий / Н.И. Лихачев и др. ; Под. общ. ред. В.Н. Самохина – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с.

### Додаток 1

## АЛГОРИТМ РОЗРАХУНКУ ТИПОВИХ ПЕРВИННИХ ВЕРТИКАЛЬНИХ ТА ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ВІДСТІЙНИКІВ

1. Визначаємо розрахункову витрату стічних вод

$$q_{\max h} = \frac{Q_{\text{ср.доб.}}}{N_h} \cdot K_{\text{генmax}}, \text{ м}^3/\text{ГОД.} \quad q_{\max s} = \frac{q_{\max h}}{3600}, \text{ м}^3/\text{с}$$

$Q_{\text{ср.доб.}}$  – середньо добова витрата стічних вод, м<sup>3</sup>/добу;

$K_{\text{генmax}}$  – коефіцієнт максимальної нерівномірності притоку стічних вод, згідно табл.2 [10];

$N_h$  – кількість годин роботи очисних споруд за добу, год.

2. Вибираємо тип і діаметр **типового** відстійника по табл. 12.4 та 12.6 [11]

Тип	вертикальний			радіальний			
Діаметр $D_{\text{set}}$ , м	4	6	<b>9</b>	<b>18</b>	24	30	40
Робоча глибина (циліндрична частина) $H_{\text{set}}$ , м	4,1	4,1	4,2	3,4	3,4	3,4	4,0

**Жирним** виділено діаметри, що рекомендується прийняти при першій ітерації.

3. Визначаємо гідравлічну крупність найдрібнішої частки, що має бути видалена, мм/с, згідно формули 30 [10]:

$$u_0 = \frac{1000 H_{\text{set}} \cdot K_{\text{set}}}{t_{\text{set}} \left( \frac{K_{\text{set}} \cdot H_{\text{set}}}{h_1} \right)^{n_2}}$$

$K_{\text{set}}$  – коефіцієнт, що визначається по табл. 31 [10];

$t_{\text{set}}$  – час відстоювання, що визначається по табл. 30 [10] або табл. 12.1 [11];

$h_1$  – висота лабораторного циліндра, 0,5 м;

$n_2$  – показник ступеню, що визначається за черт. 2 [10].

4. Визначаємо продуктивність одного відстійника, згідно формули 33 [10]:

$$q_{set} = 2,8 \cdot K_{set} (D_{set} - d_{en})^2 (u_0 - v_{tb}) , \text{ м}^3/\text{год.}$$

при першій ітерації приймаємо  $d_{en}$  та  $v_{tb}$  рівними 0.

5. Визначаємо кількість робочих відстійників.

Кількість робочих відстійників повинно бути **від 2 до 8 шт.**

$$N_{set} = \frac{q_{\max h}}{q_{set}} , \quad \text{шт.}$$

Приймаємо  $N_{set}$  в **більшу** сторону до найближчого **цілого числа**.

- Якщо кількість відстійників не відповідає вимозі – вертаємося в п.2.

- Якщо кількість відстійників відповідає вимозі – ведемо розрахунок далі.

6. Визначаємо діаметр центральної труби, по якій стічна вода надходить у відстійник.

$$d_{en} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\max s}}{\pi \cdot N_{set} \cdot v_{en}}} , \text{ м}$$

$v_{en}$  – швидкість подачі стічної води по центральній трубі, приймаємо 0,03 м/с.

7. Визначаємо швидкість протікання стічних вод у відстійнику:

$$v_w = \frac{4 \cdot 1000 \cdot q_{\max s}}{\pi \cdot N_{set} \cdot (D_{set} - d_{en})^2} , \text{ мм/с}$$

8. Визначаємо по табл. 32 [10] величину турбулентної складової швидкості протікання стічних вод у відстійнику,  $v_{tb}$ , мм/с

9. Повертаємося до п.4 і п.5, та перераховуємо величини  $q_{set}$  і  $N_{set}$ .

- Якщо  $N_{set}$  змінилось, то розрахунок повторюємо, починаючи з п.5.

- Якщо  $N_{set}$  не змінилось, то розрахунок закінчено.

## Додаток 2

### ЗАВДАННЯ ДО РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

Виконати розрахунок споруд для очищення стічних вод заданої якості.

№ варіанта	Склад очисних споруд	Речовини – забрудники , що знаходяться в стічних водах	Витрата стічних вод, м <sup>3</sup> /год.	Початкова концентрація речовин – забрудників, С <sub>ен</sub> , г/м <sup>3</sup>	Кінцева концентрація речовин – забрудників, С <sub>ек</sub> , г/м <sup>3</sup>
1.	первинний відстійник пневматичний флотатор	завислі речовини жири	50	200 50	100 10
2.	первинний відстійник імпеллерний флотатор	завислі речовини нафтопродукти	100	300 100	100 10
3.	первинний відстійник біофільтр	завислі речовини БСКп	200	250 250	100 25
4.	первинний відстійник аеротенк-витиснювач	завислі речовини БСКп	250	200 250	90 15
5.	первинний відстійник аеротенк-змішувач	завислі речовини БСКп	300	350 400	120 25
6.	первинний відстійник адсорбер	завислі речовини ХСК	25	200 150	50 30
7.	фільтр зернистий катіонітовий фільтр	завислі речовини кадмій	50	50 0,9	8 0,1

Продовження табл.

8.	первинний відстійник електрокоагулятор із сталевими електродами	завислі речовини хром (6+) цинк	10	150 60 20	50 1 0,5
9.	первинний відстійник пневматичний флотатор	завислі речовини жири	20	350 80	100 10
10.	первинний відстійник імпеллерний флотатор	завислі речовини нафтопродукти	120	500 50	100 10
11.	первинний відстійник біофільтр	завислі речовини БСКп	150	250 200	50 25
12.	первинний відстійник аеротенк-витиснювач	завислі речовини БСКп	350	400 200	120 15
13.	первинний відстійник аеротенк-змішувач	завислі речовини БСКп	400	450 500	100 30
14.	первинний відстійник адсорбер	завислі речовини ХСК	15	150 100	40 20
15.	фільтр зернистий катіонітовий фільтр	завислі речовини нікель	25	60 0,9	8 0,1
16.	первинний відстійник електрокоагулятор із сталевими електродами	завислі речовини хром (6+) кадмій	5	150 60 20	40 1 0,5
17.	первинний відстійник пневматичний флотатор	завислі речовини жири	20	350 80	100 10
18.	первинний відстійник імпеллерний флотатор	завислі речовини нафтопродукти	120	500 50	100 10
19.	первинний відстійник біофільтр	завислі речовини БСКп	150	250 200	50 25
20.	первинний відстійник аеротенк-витиснювач	завислі речовини БСКп	350	400 200	120 15
21.	первинний відстійник аеротенк-змішувач	завислі речовини БСКп	400	450 500	100 30
22.	первинний відстійник адсорбер	завислі речовини ХСК	15	150 100	40 20
23.	фільтр зернистий катіонітовий фільтр	завислі речовини мідь	25	60 0,9	8 0,1
24.	первинний відстійник електрокоагулятор із сталевими електродами	завислі речовини хром (6+) никеля	5	150 60 20	40 1 0,5

*Навчальне видання*

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до проведення практичних занять  
та самостійної роботи студентів,  
виконання розрахунково-графічної роботи,  
з дисципліни  
**«Інженерні аспекти гідроекології»**  
(для студентів 4 курсу денної форми навчання  
освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напрямку підготовки  
6.040106 „Екологія, охорона навколишнього середовища  
та збалансоване природокористування”).

Укладачі: **ЛАДИЖЕНСЬКИЙ** Віктор Миколайович,  
**ІЩЕНКО** Андрій Володимирович

Відповідальний за випуск: *А. М. Буткевич*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерний набір *А. В. Іщенко*

Комп'ютерне верстання *К. А. Алексанян*

План 2011, поз. 103 М

Підп. до друку 07.05.2013 р.

Друк на різнографі.

Зам. №

Формат 60×84/16

Ум. друк. арк. 0,94

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова,

вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: [rectorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rectorat@ksame.kharkov.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4064 від 12.05.2011р.